

L6 ANSWER 3 OF 6 JAPIO COPYRIGHT 2000 JPO
 AN 1998-211698 JAPIO
 TI INK JET RECORDING HEAD
 IN FUJISAWA ETSUKO; KOMAI HIROMICHI
 PA RICOH CO LTD, JP (CO 000674)
 PI JP 10211698 A 19980811 Heisei
 AI JP1997-16461 (JP09016461 Heisei) 19970130
 SO PATENT ABSTRACTS OF JAPAN (CD-ROM), Unexamined Applications, Vol. 98, No. 8
 IC ICM (6) B41J002-045
 ICS (6) H01L041-09
 AB PURPOSE: TO BE SOLVED: To downsize a recording head and perform multi-gradation recording and stable continuous recording by using a **piezoelectric**/electrostrictive element which shrinks by electric field impression and an antiferroelectric phase- **ferroelectric** phase transition element which expands by electric field impression as displacement elements of an **ink** jet recording head.
 CONSTITUTION: In an **ink** jet recording head, a pressurizing liquid chamber 7 is formed of a nozzle plate 5, a spacer plate 6, and upper and lower plates 4 and 8. On the upper and lower plates 4 and 8, a displacement section A12 using an antiferroelectric phase- **ferroelectric** phase transition element 2 (a displacement element A) and a displacement section B13 using a **piezoelectric**/electrostrictive element 10 (a displacement element B) are arranged. The displacement elements A and B are arranged in parallel with and opposite to the direction of the nozzle row. Applying voltage of each displacement element is made to vary and operation timings of the displacement elements are controlled so as to utilize expanding and shrinking functions of the displacement elements A and B by combining them.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-211698

(43) 公開日 平成10年(1998) 8月11日

(51) Int.Cl.⁴

識別記号

F I

B 4 1 J 2/045

B 4 1 J 3/04

1 0 3 D

H 0 1 L 41/09

H 0 1 L 41/08

C

審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平9-16461

(22) 出願日 平成9年(1997) 1月30日

(71) 出願人 000006747

株式会社リコー

東京都大田区中馬込1丁目3番6号

(72) 発明者 藤沢 悦子

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会社リコー内

(72) 発明者 駒井 博道

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会社リコー内

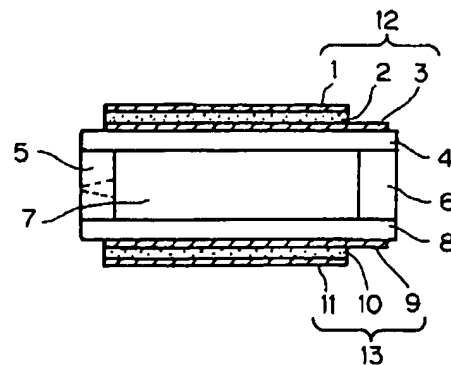
(74) 代理人 弁理士 高野 明近 (外1名)

(54) 【発明の名称】 インクジェット記録用ヘッド

(57) 【要約】

【課題】 インクジェット記録用ヘッドの変位素子として、電界印加により収縮する圧電／電歪素子および同膨張する反強誘電相－強誘電相転移素子を用い、もって、小型化を図るとともに多階調記録および安定した連続記録を可能にする。

【解決手段】 ノズルプレート5、スペーサプレート6及び上下プレート4、8により加圧液室7を構成するとともに、上下プレート上には反強誘電相－強誘電相転移素子（変位素子A）を用いた変位部A 1 2および圧電／電歪素子（変位素子B）を用いた変位部B 1 3を配置する。変位素子A、Bはノズル列方向に対して平行かつ対向して配置され、かつ、各変位素子の印加電圧を可変とするとともに前記変位素子の動作タイミングを制御することにより、前記変位素子A、Bの膨張、収縮機能を組み合わせる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 加圧液室を囲む壁の少なくとも一部を変位素子の作用により変位させて該加圧液室を加圧することにより該壁に設けたノズルから該加圧液室内のインクを吐出させ記録を行うインクジェット記録用ヘッドにおいて、前記変位素子として電界印加により収縮する圧電／電歪素子と、電界印加により膨張する反強誘電相一強誘電相転移素子を用いるようにしたことを特徴とするインクジェット記録用ヘッド。

【請求項2】 列をなす複数のノズルと該ノズルに対応した数の加圧液室として前記ノズル及び前記加圧液室を構成すると共に、各該加圧液室において、前記圧電／電歪素子と前記反強誘電相一強誘電相転移素子が前記ノズル列方向に平行で対向位置の前記壁それぞれに作用するようにしたことを特徴とする請求項1に記載されたインクジェット記録用ヘッド。

【請求項3】 前記圧電／電歪素子および反強誘電相一強誘電相転移素子を選択可能にして選択された該素子に電界を印加することにより該素子のみの動作によってインクを吐出させるようにしたことを特徴とする請求項1又は2に記載のインクジェット記録用ヘッド。

【請求項4】 インクの吐出動作を起こす前記加圧液室の圧力の変化が前記圧電／電歪素子および反強誘電相一強誘電相転移素子の両方の関連動作により生じるように該素子の両方に電界を印加するようにしたことを特徴とする請求項1又は2に記載のインクジェット記録用ヘッド。

【請求項5】 前記圧電／電歪素子および／又は反強誘電相一強誘電相転移素子への印加電界を可変とするようにしたことを特徴とする請求項1ないし4のいずれかに記載のインクジェット記録用ヘッド。

【請求項6】 前記反強誘電相一強誘電相転移素子によるインク吐出の所定時間後に、圧電／電歪素子をインク吐出電界より低い電界で駆動することによって、メニスカスの位置を制御することを特徴とする請求項1ないし5のいずれかに記載のインクジェット記録用ヘッド。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、プリンタのヘッドとして用い得るインクジェット記録ヘッドに関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、アクチュエータの基体内部に形成した加圧液室内の圧力を上昇させる機構の1つとして、加圧液室内の壁に設けた圧電／電歪素子、又は相転移素子の変位によって、該加圧液室内の体積を変化させるようにしたものが知られている。このような圧電／電歪、又は相転移アクチュエータは、例えば、インクジェットプリンタに使用されるプリントヘッドとして利用されている。これは、圧電／電歪素子、又は相転移素子に電界

を印加することによって、各素子の体積を変化させてインクが充填された加圧液室内の圧力を上昇させることにより、加圧液室内に連通するノズル孔からインク粒子（液滴）を打ち出して印字するものである。これらの素子を用いた記録ヘッドでは、インクを吐出するにあたり一般的に膜厚方向に電界を印加しているが、その場合の歪量は電界印加方向、すなわち縦歪が最も大きいことが知られている。

【0003】しかしながら、縦歪を利用しようとするに、所定量のインク吐出量を得るために素子の膜厚方向の寸法を大きくする必要があり、それに伴って印加電圧も大きくなり、また、ヘッドを小型化することとも相反することとなるので、記録ヘッドでは一般的には縦歪でなく、電界印加方向に対して垂直方向、すなわち横歪による変位を利用している。従来の圧電／電歪層の電界誘起歪の横効果（収縮）を利用して加圧室を変形させてインクを吐出させるものとして、例えば、特開平6-40035号公報記載のものが、また、反強誘電相一強誘電相転移層の電界誘起歪の横効果（膨張）を利用して振動板を変位してインクを吐出させるものとして、例えば、特開平7-68753号公報記載のものが知られている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】従来の圧電材料についてみると、後記表1に示すとおり、圧電材料の長さの変化率は電極と平行な方向で約0.03%、電極と垂直な方向では0.09%と小さく、しかも、前述のように、従来の記録ヘッドではインクを吐出する際、歪が最も大きい電界印加方向の縦歪は利用しないので、必要なインク吐出量やインク吐出速度を得ようとすると圧電材料を大きくせざるを得ず、そのため圧電材料を用いたアクチュエータの小型化は困難である。ところで、表1によれば、圧電体と反強誘電相一強誘電相転移材料は縦歪および横歪ともに、圧電体によるものよりも3~4倍大きく、一方、現在までに報告されているところによれば、電歪材料によるときには、その歪は圧電材料の1/3程度である。それを単純に相転移材料と比較すると、相転移材料は電歪材料9~12倍程度の巨大歪を発生するということができる。また、応力下における変位量から類推される反強誘電相一強誘電相転移層の電界誘起歪の圧縮の最大発生応力は、圧電体や電歪材料の1.8~2.3倍にも達している。このように、反強誘電相一強誘電相転移層の電界誘起歪の発生する応力が大きいこと、および巨大歪が生じることは、反強誘電相一強誘電相転移材料がプリンタヘッドの高集積化によりインクキャビティの幅が減少した場合においても、変位素子として、つまり、力のある電圧-圧力変換素子として有用であることを表している。従って、変位素子に反強誘電相一強誘電相転移材料を用いた前記アクチュエータは、圧電型のアクチュエータに対して小型で、しかもインク吐

10

20

30

40

50

出量も多く、かつインク滴速度も速いという利点を有している。

【0005】しかしながら、反強誘電相—強誘電相転移に伴う歪を利用するアクチュエータ及びそれを用いた記録ヘッドには同時に以下に示すような問題点も存在している。つまり、

(1) その歪はアクチュエータ内部で大きな変位が生じ、この歪に伴う疲労によりセラミック内における電極界面や基板との接合界面などに剥離やクラックが生じ、それによって歪量が低下する恐れがある。

(2) 従来のものは、加圧液室の対向する壁面を変位させる構造であることから、各変位素子をノズル間の壁に設けた場合には、ノズル間隔を小さくすること、すなわちプリンタヘッドを高集積化することができず、ま

*た、各ノズル間に隣接した変位素子による干渉による障害が発生する恐れもある。

(3) 反強誘電相—強誘電相転移素子のインク滴が大きいと、インク吐出後のメニスカスが加圧液室方向へ引き戻される距離も長くなり、その結果、気泡が混入したり、次のインクを飛ばすときにインク滴が十分な大きさにならなかったり、極端な場合にはインクが吐出しなことがある。

(4) 従来のインクヘッドでは、ドット径が一定であるため1つのヘッドでドット径の異なる印字を行うことは不可能である。

【0006】

【表1】

	縦歪み(%)	横歪み(%)
圧電体	0.09	-0.029
相転移	0.34	0.085

【0007】本発明は、従来の技術における叙上の問題点に鑑みてなされたものであって、素子の小型化、高集積化を可能にし、かつドット径の異なる印字を1つのヘッドで可能にし、しかも個々の変位素子の歪量を小さくしてもインクの十分な吐出量を確保でき、吐出するインク滴を大きくしても安定して連続吐出ができる記録用ヘッドを提供することをその目的とするものである。

【0008】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明は、加圧液室を囲む壁の少なくとも一部を変位素子の作用により変位させて該加圧液室を加圧することにより該壁に設けたノズルから該加圧液室内のインクを吐出させ記録を行うインクジェット記録用ヘッドにおいて、前記変位素子として電界印加により収縮する圧電/電歪素子と、電界印加により膨張する反強誘電相—強誘電相転移素子を用いるようにし、1つのヘッドでドット径の異なる印字を行うことができ、かつ、素子の小型化および高集積化ができるようにしたものである。

【0009】請求項2の発明は、請求項1の発明において、列をなす複数のノズルと該ノズルに対応した数の加圧液室として前記ノズル及び前記加圧液室を構成すると共に、各該加圧液室において、前記圧電/電歪素子と前記反強誘電相—強誘電相転移素子が前記ノズル列方向に平行で対向位置の前記壁それぞれに作用するようにし、より記録ヘッドの小型化と高集積化を図ったものである。

【0010】請求項3の発明は、請求項1又は2の発明において、前記圧電/電歪素子および反強誘電相—強誘

※電相転移素子を選択可能にして選択された該素子に電界を印加することにより該素子のみの動作によってインクを吐出させるようにし、1つのヘッドでドット径の異なる印字を行うことができ、かつ、素子の小型化および高集積化ができるようにしたものである。

【0011】請求項4の発明は、請求項1又は2の発明において、インクの吐出動作を起こす前記加圧液室の圧力の変化が前記圧電/電歪素子および反強誘電相—強誘電相転移素子の両方の関連動作により生じるように該素子の両方に電界を印加するようにし、変位素子1つあたりの変位を少なくとも十分なインク吐出量が確保できるようにしたものであって、歪に伴う疲労を軽減させるものである。

【0012】請求項5の発明は、請求項1ないし4の発明において、前記圧電/電歪素子および/又は反強誘電相—強誘電相転移素子への印加電界を可変とするようにし、変位素子の印加電圧を変化させることにより、ノズル径を変えずにドットの階調を変えることができるようにしたものである。

【0013】請求項6の発明は、前記反強誘電相—強誘電相転移素子によるインク吐出の所定時間後に、圧電/電歪素子をインク吐出電界より低い電界で駆動することによって、メニスカスの位置を制御するようにし、連続吐出時における安定性を得るようにしたものである。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態の内容を図面を参照して詳細に説明する。図1は、本発明によるインクジェットプリンタヘッドの構成を模式的に示し

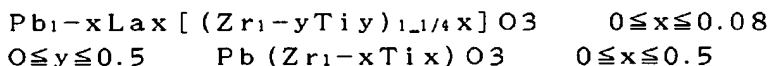
30

40

※50

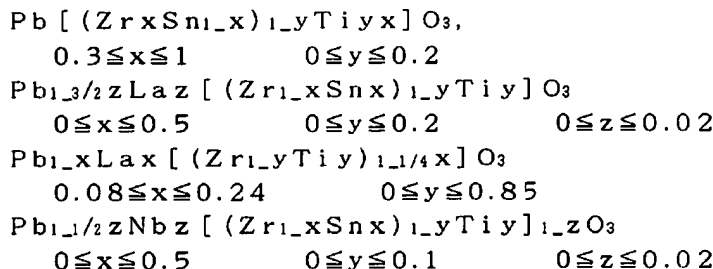
たものであって、このヘッドは、ノズルプレート5、スパーサプレート6およびこれらのプレートの上下に配置された上下のプレート4、8で囲まれた加圧液室7、および加圧液室7を構成する前記プレート4上に配置された反強誘電相—強誘電相転移素子2を要素としてなる変位部A12と、前記プレート8上に配置された圧電/電歪素子10を要素としてなる変位部B13とで構成されている。反強誘電相—強誘電相転移素子2は電極層1、3間に配置されて電極から電界印加により膨張する性質を有し、かつ、圧電/電歪素子10は電極層9、11間に配置され、電界印加に対して収縮する性質を有している。

【0015】プレート4、8は加工に優れ、機械的強度、じん性も高く、熱処理が可能な絶縁体が好ましく、一般的にはアルミナ、ジルコニアなどが挙げられる。スパーサプレート6は、インクに対して不活性でかつ100℃前後の耐熱性を有するものであれば、金属、セラミックス材料のいずれでもよく、例えば、ステンレスやアルミナ、シリコン等が用いられている。ノズルプレート5もインクに対して不活性で、100℃前後の耐熱性を有するものであり、更に、ノズル形状の加工を精度良く行えるように、十数μmの孔径が実現できる材料が好ましい。材料としては、例えば、エレクトロフォーミングで形成したニッケルや異方性エッチングで穴加工されたシリコンが挙げられる。



等が挙げられる。

【0019】また、変位部Aの製造法は、基本的に上記変位部Bと同様の方法に従う。そして、電極間に形成される変位素子に用いる電界印加に対して膨張する相—強誘電相転移材料としては、ジルコニウム酸鉛(PbZrO₃)を主体とした反強誘電体材料、すなわち、ジルコ



等が挙げられる。

【0020】次いで、プレート8上にスパッタ製膜及びエッチングで形成したノズルプレート5とスパーサプレート6を形成し、その上に一体となっている変位部A12とプレート4を2液混合型のエポキシ接着剤、光硬化性エポキシ接着剤、熱硬化性エポキシ樹脂接着剤のいずれかにて接合する。

【0021】図2は、請求項2の発明のインクジェット記録ヘッドをノズル方向から見て模式的に示した図であ★50

*【0016】電極材料としては、熱処理温度並びに焼成温度程度の高温酸化雰囲気中で耐えられる導体であれば特に規制されるものではなく、例えば、金属単体、合金であっても良く、絶縁性セラミックスやガラス等と金属や合金との混合物、導電性セラミックスや超伝導材料であっても何等差し支えない。最も、好ましくは白金や白金属元素(Pd, Rh, Ir, Ru)などの高温融点貴金属類、及びこれらの合金を主成分とする電極材料が用いられるが、安定性の点から白金もしくはそれらの合金が好適である。

【0017】変位部Bは、プレート8の部分安定化ジルコニアシート上に、白金電極層9をスクリーン印刷法にて、膜厚8μmで形成後、1300℃にて焼結する。その上にスクリーン印刷法にて形成された圧電/電歪層10を20μm形成後、鉛雰囲気中に1000~1300℃で焼結する。焼結後、更に銀電極層11をスクリーン印刷法にて膜厚8μm形成し、大気中で700℃で焼結することによって製造する。

【0018】電界印加に対して収縮する圧電材料としては、ジルコニウム酸チタン酸鉛(PZT系)を主成分とする材料にランタン、バリウム、ニオブ、亜鉛、セリウム、カドミウム、クロム、コバルト、ストロンチウム、アンチモン、鉄、イットリウム、タンタル、タングステン、ニッケル、マンガン等の酸化物やそれぞれの化合物を添加物として含有せしめた材料、例えば、

※酸鉛(PbZrO₃)、ジルコニウム酸スズ酸鉛(PZS)、ジルコニウム酸チタン酸鉛(PZT)、ジルコニウム酸ハニウム酸鉛、ジルコニウム酸チタン酸ランタン鉛(PLZT)等の他にドーパントとしてニオブ、ランタン、ビスマス、チタン、タンタル等を組成するセラミック材料、例えば、

★り、多数の変位素子が図示のようにノズル列方向に対して平行に設けられている。この構成において電界を印加すると、プレートはノズル列方向に対して垂直方向にたわみ隣接した各液室を変位させることはない。つまり、隣接した変位素子による干渉障害はないからプリンタヘッドの高集積化が可能となる。

【0022】図3は、請求項3の発明の駆動例を示したものである。反強誘電相—強誘電相転移素子(図3における変位素子A)のみに電圧VAを印加した場合、変位

素子Aの変位により加圧液室は膨張する（その体積変化量を ΔVA とする）。この状態で変位素子Aの電界を0にすると加圧液室の体積は元に戻り、その際体積変化量を ΔVA に相当する量のインクが吐出される。この実施例においては、加圧液室が膨張する際に気泡を取り込まないように、印加電圧の波形は立ち上がりが穏やかになるように傾斜させてある。

【0023】同様に、圧電／電歪素子（図3における変位素子B）のみに電圧VBを印加した時には、加圧液室が収縮し、その収縮による体積変化量を ΔVB に相当する量のインクが吐出される。印加波形には立ち下がりが穏やかになるように傾斜をつけて、インク吐出後、加圧液室が元の体積に戻る際に、ノズルから気泡がインクに混入しないようにしている。

【0024】反強誘電相－強誘電相転移素子による吐出ドット径は、圧電／電歪素子に比べ大きく、前記変位素子（変位素子A）によるときには大きなドットを印字できるから、本発明において、印字信号に応じて変位素子A、Bを選択することにより、ドット径の異なる印字を行なうことができる。

【0025】図4は、請求項4の発明の駆動状態を示したものである。図示のように、反強誘電相－強誘電相転移素子（変位素子A）に電界を印加すると加圧液室の体積 V_0 は膨張する（その体積変化量を ΔVA とする）。次に、変位素子Aの電界を0にし同時に圧電／電歪素子（変位素子B）に電界を印加すると、加圧液室は収縮（そのときの体積変化量を ΔVB とする）する。従って、加圧液室全体の体積変化量は $(V_0 + \Delta VA) - (V_0 - \Delta VB) = \Delta VA + \Delta VB$ となるから、この場合には $\Delta VA + \Delta VB$ に相当する量のインクが吐出される。すなわち、請求項4の発明によれば、変位素子Aおよび変位素子Bによる変位量全体によりインクの吐出を行うので、変位素子Aの変位量を大きくする必要がなく、ドット径の大きな印字を変位素子の歪による疲労の発生の恐れなく行うことができる。

【0026】図5は、上記動作を行う場合の動作電圧を説明するもので、縦軸に印加電圧、横軸に時間をとって各変位素子に印加される電圧の相関関係を示したものである。

【0027】図6は、請求項5の発明の反強誘電相－強誘電相転移素子（変位素子A）もしくは圧電／電歪素子（変位素子B）の印加電圧を可変にした場合における、ドット径の変位の様子を示したものである。変位素子Aのみの駆動時のドット径範囲はb～c、変位素子Bのみの駆動時はa～bであるが、変位素子A、Bの双方を駆動させて変位素子Aの印加電圧を可変にしたときのドット径範囲はa～c、変位素子Bの印加電圧を可変にしたときのドット径範囲はb～dとなり、広範囲にわたりドット径を変えることができることを示している。

【0028】図7は、反強誘電相－強誘電相転移素子に

よってインクを吐出させたときの駆動電圧とメニスカス20の位置関係を示している。既に述べたように、インク滴が大きければ大きいほど吐出後のメニスカス位置は加圧液室方向へ大きく引き戻される（後退する）ので、それによって気泡が混入したり、次のインクを飛ばすときにインク滴が十分な大きさにならなかったり、また、インクが吐出しなかったりすることもある。請求項6の発明で実施される駆動方法は、このような問題を解消するものであって、図7において、反強誘電相－強誘電相転移素子によるインク吐出後から所定時間後（ t_0 ）に、圧電／電歪素子をインク吐出させない最適な変位量で駆動する。圧電／電歪素子が駆動されると加圧液室は収縮するから、インク吐出直後の加圧室内の急激な圧力減少は緩和され、メニスカスの過度の後退は抑制される。その結果、インク滴を連続的に安定して吐出することができる。

【0029】

【発明の効果】請求項1の発明において、圧電／電歪素子と反強誘電相－強誘電相転移素子を配置させることにより、1つのノズル径にて異なるドット径のプリントが可能なインクジェットプリンタヘッドを提供することができる。

【0030】請求項2の発明において、各変位素子をノズル列方向に対して平行で各々対向する位置に配置することにより、高集積化ができ、かつ信頼性の高いインクジェットプリンタヘッドを提供することができる。

【0031】請求項3の発明において、圧電／電歪素子と反強誘電相－強誘電相転移素子の一方を選択して駆動することにより、一つのノズル径にて異なる階調の印字ができるインクジェットプリンタヘッドを提供することができる。

【0032】請求項4の発明において、反強誘電相－強誘電相転移素子と圧電／電歪素子の膨張、収縮を巧みに組み合わせて、各変位素子の個々の変位量が小さくても十分なインク吐出量を得ることができるようになることにより、疲労特性に優れ長期間にわたり信頼性の高いインクジェットプリンタヘッドを提供することができる。

【0033】請求項5の発明において、圧電／電歪素子と反強誘電相－強誘電相転移素子の駆動電圧を可変にすることにより、広範囲にわたる印字階調を有するインクジェットプリンタヘッドを提供することができる。

【0034】請求項6の発明により、反強誘電相－強誘電相転移素子によってインクを吐出した後、圧電／電歪素子を変位させて加圧液室の体積を収縮し、メニスカスが過度に後退することを防止することによって、連続して安定した印字を行うことができるインクジェットプリンタヘッドを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明のインクジェット記録用ヘッドの構成を模式的に示す図である。

10

20

30

40

50

【図2】 ノズル方向からみた図1のインクジェット記録用ヘッドの構成を模式的に示す図である。

【図3】 本発明のインクジェット記録用ヘッドについて、その一動作状態を説明するための図である。

【図4】 本発明のインクジェット記録用ヘッドについて、他の動作状態を説明するための図である。

【図5】 本発明のインクジェット記録用ヘッドにおける、反強誘電相—強誘電相転移素子（変位素子A）及び圧電／電歪素子（変位素子B）の印加電圧の波形を示す図である。

【図6】 本発明のインクジェット記録用ヘッドにおける、反強誘電相—強誘電相転移素子（変位素子A）及び圧電／電歪素子（変位素子B）の印加電圧を可変にした

ときのドット径範囲の変化を説明する図である。

【図7】 本発明のインクジェット記録用ヘッドにおける、反強誘電相—強誘電相転移素子（変位素子A）によってインクを吐出させたときの駆動電圧とメニスカスの位置の関係、及び、圧電／電歪素子（変位素子B）の駆動電圧の印加タイミングを説明するための図である。

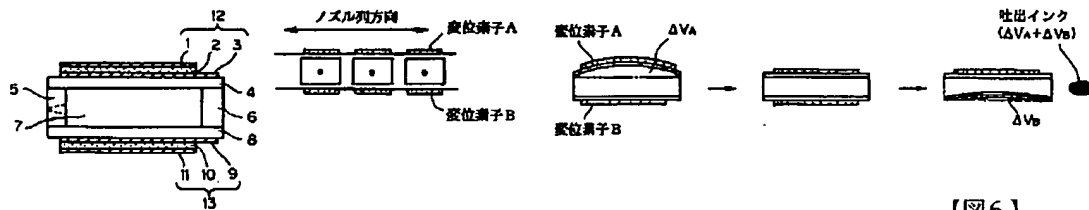
【符号の説明】

- 1, 3…電極層、2…圧電／電歪素子、4…上プレート、5…ノズルプレート、6…スペーサプレート、7…加圧液室、8…下プレート、9, 11…電極層、10…反強誘電相—強誘電相転移素子、12…変位部A、13…変位部B。

【図1】

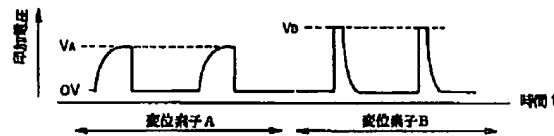
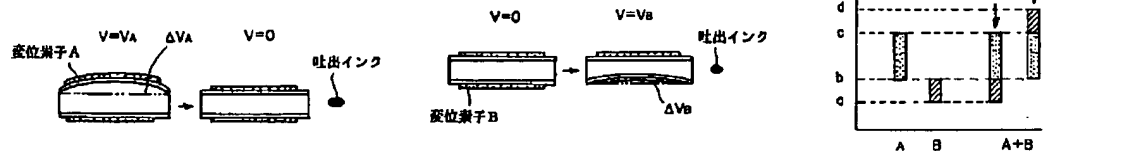
【図2】

【図4】



【図6】

【図3】



【図5】

【図7】

